

Reduksi Keluhan Muskuloskeletal Pekerja dan Waktu Siklus Proses Produksi Berbasis Ergonomi Pada Industri Karet

Heri Setiawan^{1*}

^{1*)} Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik (STT) Musi Palembang,
Proses Transisi ke Prodi Teknik Industri, Unika Musi Charitas Palembang

e-mail: herisetiawan1971@gmail.com

Abstract

Achievement of plant capacity and reducing bottlenecks in the production process at wet blanket workstation determined on the level worker of musculoskeletal disorders and the cycles time of the production process per slabs. Capabilities and limitations of workers, equipment, task, and environmental organizations must be harmonized for level of workers musculoskeletal disorders and the cycles time of the production process per slabs reduction. The problem scale priority based on total ergonomics must be applied early with identification of 8 aspects of ergonomics, planned and considered systemic, holistic, interdisciplinary and participatory and apply the concept of appropriate technology become one of problem solution about this case. Reduction of level of worker musculoskeletal disorders and cycles time of the production process per slabs based on ergonomics; include redesigning of the ergonomics table and standing-seat chair folding work wet blanket, setting the pattern system of pair work, giving an active break, providing additional nutrition in the form of sweet tea and snack pempek, provision of personal protective equipment, and redesigning of the physical work environment. Experimental research was using the treatment by subject design, with involved 17 workers samples who perform activities on the conditions of activity before and after the redesign based on ergonomics. The level worker of musculoskeletal disorders, and the cycle time of the production process per slabs data were analyzed using Two Pair Sample t-test at a significance level of 5%. The results of study showed that after redesign of wet blanket workstation based on ergonomics there was a significant reduction of the level worker of musculoskeletal disorders as 21.02%, and reduction of the cycles time of the production process per slabs as 21.85%.

Keywords: Rubber Industry, Total Ergonomics, Musculoskeletal Disorders and Cycles time of the production process per slabs

Abstrak

Pencapaian kapasitas pabrik dan reduksi *bottleneck* proses produksi di stasiun kerja *blanket* basah sangat ditentukan oleh tingkat keluhan muskuloskeletal pekerja dan waktu siklus proses produksi per keping. Kemampuan dan keterbatasan pekerja, peralatan kerja, *task*, organisasi dan lingkungan kerja harus diserasikan guna mereduksi keluhan muskuloskeletal dan waktu siklus proses produksi per keping. Penentuan skala prioritas permasalahan berbasis ergonomi total dilakukan sejak dini dengan identifikasi 8 aspek ergonomi, direncanakan dan dipertimbangkan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori serta menerapkan konsep teknologi tepat guna menjadi salah satu metode yang mampu memberi solusi terhadap masalah tersebut. Reduksi keluhan muskuloskeletal dan waktu siklus proses produksi per keping berbasis ergonomi meliputi; perancangan meja dan kursi kerja lipat *blanket* basah ergonomis, pengaturan pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan berupa teh manis dan *snack* pempek, pemberian alat pelindung diri, dan perancangan lingkungan fisik kerja. Penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek, melibatkan 17 pekerja sampel yang melakukan aktivitas pada kondisi stasiun kerja sebelum dan setelah desain berbasis ergonomi. Data keluhan muskuloskeletal dan waktu siklus proses produksi per keping dianalisis dengan uji *Two Pair Sample t-test* pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, setelah desain stasiun kerja *blanket* basah berbasis ergonomi terjadi reduksi keluhan muskuloskeletal sebesar 21,02% dan reduksi waktu siklus proses produksi per keping sebesar 21,85%.

Kata Kunci: Industri Karet, Ergonomi Total, Keluhan Muskuloskeletal dan Waktu Siklus Proses Produksi per Keping.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Output produksi stasiun kerja *blanket* basah (SKBB) industri karet di Palembang Provinsi Su-

*Korespondensi Penulis

matera Selatan belum dapat memenuhi kebutuhan *input* stasiun kerja *crumb rubber*, karena SKBB masih banyak didominasi oleh pekerjaan manual.

Pada SKBB terdapat fasilitas kerja; beberapa mesin *breaker*, *hammer mill*, 3 mesin *creeper* pembuat *blanket* basah, 6 meja lipat *blanket* basah, salangan dan *trolley* yang dikelola secara manual. Selanjutnya *blanket* basah yang telah ditimbang segera dibawa ke kamar jemur untuk dijemur. Kapasitas produksi *crumb rubber* pabrik yang terpasang, sebesar 60.000 ton/tahun. Pada tahun 2012 baru mampu memproduksi 76,67% dari kapasitas pabrik terpasang (Setiawan, 2012a). Oleh sebab itu, kecepatan produksi di SKBB harus ditingkatkan lagi untuk mengimbangi kecepatan produksi mesin *creeper* dan kebutuhan stasiun kerja *crumb rubber*.

Proses produksi di SKBB secara umum, adalah: bokar dari gudang diproses dalam mesin *breaker*, mesin cuci, mesin *fine hammer mill* dan masuk ke mesin *creeper* menjadi kepingan *blanket* basah. *Output* 3 mesin *creeper* adalah *blanket* basah berupa kepingan setebal 10-13 mm, lebar ± 50 cm dan keluar secara kontinu dari mesin tersebut. *Blanket* basah kemudian diproses secara manual oleh pekerja yang bekerja di 6 meja lipat dengan komposisi 1 meja/pekerja. Pekerja bertugas melipat dan memotong *blanket* basah hingga ukuran panjang 4-6 m kemudian meletakkannya di salangan. Berat *blanket* basah tiap keping 10-15 kg dan setelah sejumlah 10-15 keping/salangan akan dibawa dengan *trolley* untuk ditimbang dan digantungkan pada *drying shed chains* menuju kamar jemur.

Di SKBB masih sering terjadi *bottleneck* proses produksi, dikarenakan tidak seimbangannya kecepatan proses 3 mesin *creeper* dengan proses melipat dan memotong *blanket* basah oleh 6 pekerja di meja lipat *blanket* basah, kapasitas pabrik belum terpenuhi dan dominasi kerja manual. Oleh sebab itu diperlukan perancangan SKBB berbasis ergonomi dengan menyeimbangkan lintasan antara mesin *creeper* dengan proses pelipatan *blanket* basah di meja lipat. Perancangan SKBB yang dilakukan adalah merencanakan meja lipat *blanket* basah dan kursi kerja, perancangan organisasi kerja, dan perancangan lingkungan fisik kerja. Proses pengerjaan melipat *blanket* basah secara manual yang belum mampu mengimbangi kecepatan *output* mesin *creeper*, diduga menjadi faktor utama terjadinya *bottleneck blanket* basah yang akan dikirim ke kamar jemur. Pada proses kerja melipat tersebut, faktor manusia memiliki peranan penting dalam proses produksi di SKBB yang

didominasi oleh pekerjaan manual. Dominasi kerja manual merupakan salah satu faktor yang berpotensi terjadinya keluhan muskuloskeletal pekerja. Tingkat keluhan muskuloskeletal yang cukup tinggi, dapat menimbulkan kelelahan dini yang berakibat pada kerja yang melambat yang pada akhirnya berakibat kepada waktu siklus proses produksi per keping yang lama atau gagalnya pencapaian target produktivitas (Grandjean, 2000).

Pekerja melakukan pekerjaan manual mengelola benda kerja berupa kepingan *blanket* basah hasil dari mesin *creeper* dengan tangan untuk mengambil, menarik, melipat, memotong, mengangkat, dan meletakkan *blanket* basah. Punggung membungkuk, tangan melipat dan memotong *blanket* basah secara monoton dan repetitif dengan sikap dan posisi kerja yang tidak ergonomis. Kondisi sikap kerja yang repetitif dan memerlukan energi lebih besar pada proses memotong kepingan *blanket* basah akan berdampak pada kelelahan lebih cepat dan sangat berisiko menimbulkan keluhan muskuloskeletal serta keluhan nyeri punggung bawah (Cardon dan Balague, 2004; Albayrak et al., 2010). Keluhan-keluhan yang dialami oleh pekerja tersebut diatas adalah sebagai akibat perhatian terhadap kualitas hidup pekerja yang masih rendah dan berdampak pada produktivitas pekerja yang rendah.

Hasil penelitian pendahuluan dengan 2 variabel tergantung sebagai berikut: skor keluhan muskuloskeletal $113,92 \pm 10,49$ dan waktu siklus proses produksi per keping $15,06 \pm 1,97$ detik/keping (Setiawan, 2012b). Hasil ini menunjukkan bahwa indikator keluhan muskuloskeletal pekerja menurun di bawah 15% dibandingkan keadaan normal, sehingga perlu ditingkatkan. Demikian juga waktu siklus proses produksi per keping atau produktivitas pekerja perlu ditingkatkan sehingga mampu mereduksi fenomena *bottleneck* dan mencapai kapasitas terpasang pabrik, yaitu 60.000 ton/tahun.

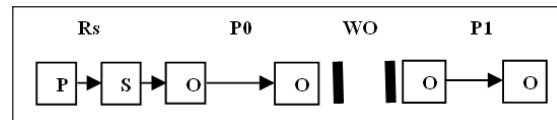
Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas perlu dilakukan perancangan SKBB berbasis ergonomi secara menyeluruh dan mempertimbangkan segala aspek dengan pendekatan Ergonomi Total yang mencakup konsep teknologi tepat guna (TTG) dan *systemic, holistic, interdisciplinary*, dan *participatory* (SHIP) yang dilakukan secara konsekuen dan berkesinambungan (Manuaba, 2005). Perancangan dilakukan pada aspek: *task*, organisasi kerja dan lingkungan fisik kerja di SKBB, agar tercipta kondisi kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE).

Berdasarkan uraian tersebut di atas di-

pandang perlu untuk melaksanakan suatu penelitian perancangan SKBB dengan intervensi berbasis ergonomi total, sehingga mampu mereduksi (1) keluhan muskuloskeletal dan (2) waktu siklus proses produksi per keping. Melalui intervensi berbasis ergonomi total dalam industri karet/crumb rubber tersebut diharapkan hasil yang dicapai lebih manusiawi, kompetitif, dan lestari (Istijanto. 2005; Manuaba, 2006).

2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek dengan pelaksanaannya secara seri dan *washing out period* serta adaptasi selama 2 hari berbasiskan ergonomi total. Jumlah sampel dihitung berdasarkan rumus Colton adalah 17 orang pekerja laki-laki di SKBB yang berumur 25 - 50 tahun dan dipilih secara *simple random sampling*. Metode penelitian berbasis ergonomi total dengan intervensi/ perlakuan perancangan SKBB berbasis ergonomi dengan merancang meja lipat ergonomis (MLB2-R) dengan permukaan meja berbasis *roll*, diberi pisau pemotong *blanket* basah, ketinggian meja dapat diatur dan ergonomis; desain kursi kerja *blanket* basah (K2B2-D), pemberian istirahat aktif setiap bekerja 30 menit istirahat 30 menit; pengaturan pola sistem kerja berpasangan dan rota kerja per minggu; pemberian asupan nutrisi tambahan berupa segelas teh manis (120 cc) ditambah *snack*, 2 buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif pk. 09.00 WIB dan segelas teh manis (120 cc) pada istirahat aktif pk. 14.00 WIB, istirahat panjang untuk ishioma (istirahat, sholat dan makan siang) pk.11.30-12.30 WIB; pemakaian APD berupa *wearpack*, *ear muff*, *gloves*, dan *boots*; pembuatan 1 buah ventilasi alami di dinding ukuran 1,5 x 2 m, pemasangan 3 buah *fans* di setiap sudut; pengecatan dinding dengan warna kuning gading; pemasangan 3 buah atap transaran/ tembus cahaya ukuran 1 x 3 m dan perbaikan penempatan 3 unit lampu dengan tiang gantung dan lampu hemat energi; penyemprotan *deurob* sehari 3 kali; dan menambah petugas kebersihan di area SKBB. Metode penelitian dengan aplikasi ergonomi total digunakan untuk merancang pekerjaan (*task*) lebih ergonomis, organisasi kerja (*work organization*) lebih ergonomis dan lingkungan fisik kerja (*environment*) yang juga lebih ergonomis. Rancangan metodologi penelitian disajikan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 1: Bagan Rancangan Penelitian

Dilakukan pendataan terhadap kondisi subjek untuk mengetahui berat badan, tinggi badan, umur, tekanan darah dan tinggi siku posisi berdiri pekerja (antropometri).

Pengambilan data produktivitas pekerja melalui waktu siklus proses produksi per keping. Sedangkan pengambilan data keluhan muskuloskeletal melalui pengisian kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Pengukuran - pengukuran tersebut dilakukan sebelum bekerja (*pretest*) dan setelah bekerja (*posttest*) pada P0 maupun P1.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi dan Karakteristik Subjek

Kondisi dan karakteristik pekerja di SKBB disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 1: Karakteristik Pekerja di SKBB

No	Uraian	Rerata	SB
1.	Umur (th)	39,47	5,86
2.	Berat Badan (kg)	56,88	8,60
3.	Tinggi Badan (cm)	159,12	7,07
4.	Tinggi Siku Posisi Berdiri (cm)	97,24	4,19
5.	Pengalaman Kerja (th)	14,88	6,03
6.	DNI Periode I (dpm)	82,82	5,92
7.	IMR (kg/m ²)	22,50	3,99

Keterangan :

SB = Simpang Baku;

DNI = denyut nadi istirahat;

dpm = denyut/menit.

Rerata umur pekerja $39,47 \pm 5,86$ tahun. Kapasitas fisik seseorang berbanding lurus dengan umur tertentu (Manuaba, 2005). Rerata umur pekerja mempunyai kapasitas kekuatan otot dan fisik yang sudah tidak optimum lagi untuk melakukan aktivitas kerja, khususnya pekerja yang berumur > 40 tahun, namun relatif masih normal. Rerata berat badan pekerja $56,88 \pm 8,60$ kg, dan rerata tinggi badan $159,12 \pm 7,07$ cm yang termasuk dalam kategori mendekati ideal, sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan secara normal. Berat badan dan tinggi badan pekerja menentukan angka indeks massa tubuh (IMT). IMT berguna

untuk mengetahui keseimbangan energi yang masuk ke dalam tubuh melalui asupan nutrisi atau makanan sama dengan energi yang dikeluarkan. Keadaan ini akan menghasilkan berat badan normal (Almatzier, 2003; Azwar, 2004). Rerata IMT pekerja $22,50 \pm 3,99 \text{ kg/m}^2$, yang berarti status gizi sampel dalam kategori normal dan cukup baik untuk bekerja secara optimal. Rerata tekanan darah sistolik $114,71 \pm 10,53 \text{ mmHg}$, dan rerata tekanan darah diastolik $77,06 \pm 4,70 \text{ mmHg}$, yang dapat dikategorikan normal karena tekanan sistolik $< 130 \text{ mmHg}$ dan diastolik $< 85 \text{ mmHg}$ (Astrand dan Rodahl, 1986). Denyut nadi istirahat pekerja berada pada rerata $82,82 \pm 5,92 \text{ dpm}$, yang mengindikasikan pekerja dalam keadaan sehat dan mampu untuk melaksanakan tugas-tugas pekerjaan, walaupun tidak termasuk dalam kategori bugar.

Rerata tinggi posisi berdiri tegak subjek adalah $97,24 \pm 4,19 \text{ cm}$. Data ini dipakai untuk menghitung tinggi permukaan MLB2-R, yaitu pada persentil 5 yang dihitung menggunakan rumus

$$T = \bar{X} - 1,645SB \quad (1)$$

dan diperoleh tinggi (T) = $90,35 \text{ cm}$. Maka ukuran tinggi permukaan meja bagian belakang adalah $90,35$. Rerata pengalaman kerja pekerja $14,88 \pm 6,03$ tahun. Pengalaman kerja ini termasuk lama sehingga diyakini pekerja telah memiliki kemahiran dan kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan. Tingkat pendidikan subjek adalah 2 pekerja tamatan SMA/STM, 5 pekerja tamatan SLTP dan 10 pekerja tamatan SD. Tingkat pendidikan pekerja relatif rendah karena tingkatan SMA ke atas rata-rata tidak menyenangi jenis pekerjaan ini karena selain berat tapi juga berbau dan dianggap tidak manusiawi dan tidak nyaman sewaktu melakukan aktivitas kerja. Jadi para pekerja yang tetap bekerja adalah para pekerja yang memang tidak ada pilihan untuk bekerja di tempat lain.

3.2 Perancangan *Task* dan Peralatan Kerja yang Lebih Ergonomis di SKBB

Kondisi pekerja di SKBB pada PO, yaitu pekerja dalam sikap kerja yang membungkuk/tidak alamiah dan memotong *blanket* basah dengan tangan manual karena fasilitas kerja meja lipat *blanket* basah lama (MLB2-L) yang dipakai selama ini tidak ada pisau pemotong *blanket* basahnya dan tidak ergonomis, tanpa diberikan istirahat aktif, tanpa diberikan asupan nutrisi tambahan, memakai pakaian kerja dan alas kaki

sehari-hari saja dan faktor lingkungan fisik kerja yang sangat panas, agak gelap, sumpek, dinding dan lantai yang kotor sehingga kadang-kadang menyumbat aliran saluran pembuangan air di area SKBB dan sangat berbau. Sikap kerja yang tidak alamiah dan fasilitas kerja yang tidak ergonomis tersebut berdampak pada meningkatnya keluhan muskuloskeletal, dan lamanya waktu siklus proses produksi per keping.

Kondisi tugas (*task*) yang dilakukan oleh para pekerja di SKBB pada P0, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Kondisi Bekerja di SKBB Lama (PO)/ Sebelum Perancangan berbasis Ergonomi Total

Keterangan Gambar 2:

Kondisi Kerja Sebelum Intervensi Ergonomi memakai MLB2-L, tanpa istirahat, tanpa asupan nutrisi tambahan, memakai pakaian dan alas kerja sehari-hari (tanpa APD) dan kondisi lingkungan kerja yang panas, bising, gelap dan bau.

Sementara pada P1 berupaya melakukan perlakuan/intervensi dengan ergonomi total untuk mereduksi keluhan muskuloskeletal pekerja dan waktu siklus proses produksi per keping. Intervensi yang dilakukan adalah merancang peralatan kerja (perancangan MLB2-L menjadi MLB2-R dan K2B2-D) yang ergonomis, mengatur pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, dan perancangan lingkungan fisik kerja, melalui; pemasangan *fans*, pembuatan ventilasi alami di dinding, pengecatan dinding, penambahan dan modifikasi lampu-lampu dan atap transparan dan penyemprotan *deurob* serta penambahan jadwal petugas kebersihan di area kerja.

Perancangan pada P1 ini terbukti mampu mereduksi keluhan muskuloskeletal pekerja dan waktu siklus proses produksi per keping. - Pemilihan MLB2-R didasarkan pada alasan objektif (antropometri) dan subjektif (keluhan muskuloskeletal). Desain MLB2-R dianggap mampu memenuhi keinginan pekerja, yaitu dengan menambah permukaan berbasis *roll*,

dan pisau pemotong *blanket* basah yang digerakkan secara manual didasarkan pada waktu siklus proses produksi per keping yang lebih pendek, proses pemotongan lebih cepat dan rapi. Manfaat lain yang menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan perubahan dan modifikasi adalah keluhan muskuloskeletal yang menurun. Desain kursi K2B2-D didasarkan atas pertimbangan masukan dari para pekerja dan mandor yang berhasil ditabulasi dalam lokakarya dan juga pertimbangan keluhan muskuloskeletal, karena selama ini pekerja melakukan aktivitas bekerja melipat *blanket* basah dengan berdiri sepanjang waktu *shift* kerja. Proses kerja di SKBB termasuk jenis pekerjaan dinamik repetitif dengan sikap kerja berdiri atau duduk-berdiri. Oleh sebab itu akan lebih alamiah/ fisiologis jika didisainkan *standing-seat chair* (K2B2-D) yang relevan dengan antropometri pekerja dan dapat diatur ketinggiannya. Rancangan K2B2-D didesain dengan menggunakan kaki kursi tripot, landasan kursi *saddle* sepeda, terdapat *adjustable height* dibawah kursi *saddle* dan kursi dapat dilipat sehingga mudah dipindahkan dan pekerja dapat dengan bebas memilih duduk atau duduk-berdiri memakai K2B2-D. Desain K2B2-R yang sesuai antropometri pekerja dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal. Kondisi Kerja di SKBB Baru (P1)/ Setelah Perancangan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3: Kondisi Kerja di SKBB Baru (P1)/ Setelah Perancangan berbasis Ergonomi Total

Keterangan Gambar 3:

Kondisi Kerja Setelah Intervensi Ergonomi memakai alat MLB2-R, istirahat selama 30 menit setiap selesai bekerja selama 30 menit (berpasangan-bergantian), dengan asupan nutrisi tambahan, memakai APD dan kondisi lingkungan kerja yang telah diredesain.

3.3 Perancangan Organisasi Kerja (Work Organization) yang Lebih Ergonomis di SKBB

Pekerja di SKBB pada P0, bekerja selama 1 *shift* kerja/ hari (8 jam) tanpa bergantian. Ada 6 pekerja yang bekerja pada 6 unit MLB2-L. Pencapaian hasil produksi/*shift* kerja sangat jarang hingga terpenuhi target 90 ton/*shift* kerja/tim, sehingga menimbulkan ketidakpuasan para pekerja karena tidak berhasil mendapatkan upah tambahan. Enam pekerja dengan 6 unit MLB2-L tersebut masih sering terjadi *bottleneck* dalam menyeimbangkan *output blanket* basah dari mesin *creeper*. *Bottleneck* terjadi karena waktu siklus proses produksi per keping yang belum optimal, masih membutuhkan waktu yang lama dengan memakai MLB2-L terutama pada saat memotong *blanket* basah dengan tangan manual dan faktor kelelahan pekerja yang tanpa diselingi dengan istirahat aktif. Istirahat resmi hanya diberikan 1 kali saat ishioma pada pk. 12.00-13.00 WIB, sehingga selama aktivitas kerja sebelum ishioma pekerja mengalami *over-load* kelelahan. Pekerja di SKBB sangat jarang melakukan istirahat aktif karena akan mengurangi jam kerja dan dianggap melanggar peraturan perusahaan. Sehingga rasa lelah yang dialami oleh pekerja hanya disiasati dengan melakukan istirahat curian. Tidak ada istirahat aktif diluar istirahat resmi tersebut dan tanpa diberi asupan nutrisi tambahan. Rotasi kerja antar *shift* dilakukan per bulan yang berdampak pada kebosanan pekerja yang terlalu lama untuk menunggu suasana *shift* kerja yang baru.

Perancangan organisasi kerja di SKBB pada P1 dilakukan dengan cara intervensi ergonomi total, sehingga permasalahan-permasalahan pada organisasi kerja P0 dapat diperbaiki. Intervensi berbasis ergonomi yang dilakukan adalah; memberikan istirahat aktif yang diatur secara terencana/ sangat baik, sehingga mampu menunda kelelahan dan mengurangi keluhan muskuloskeletal (Kadariusman dan Rachmat, 2002). Pekerja diatur bekerja secara berpasangan-pasangan, 2 pekerja untuk melakukan aktivitas kerja melipat *blanket* basah pada 1 unit MLB2-R dan K2B2-D. Dua pekerja bekerja secara bergantian, saat pekerja pertama sedang bekerja maka pekerja yang kedua melakukan istirahat aktif. Pengaturan istirahat aktif dilakukan dengan pola 30 menit bekerja kemudian 30 menit istirahat aktif. Pengaturan pola kerja terbukti mampu mereduksi keluhan muskuloskeletal, dan reduksi waktu siklus proses produksi per keping yang berdampak pada pencapaian target minimal 90 ton/*shift* kerja/tim, sehingga pekerja

mendapatkan upah tambahan diluar gaji pokok.

Intervensi lain adalah memberikan asupan nutrisi tambahan berupa teh manis (120 cc) dan *snack* 2 buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif. Selain pemberian dua kali asupan nutrisi tersebut, pekerja diperbolehkan minum air putih yang disediakan di tempat istirahat selama pekerja memperoleh jadwal istirahat aktif secara bergantian dengan pasangan pekerja lainnya.

Organisasi kerja dapat meningkatkan produktivitas pekerja sehingga mencapai target dan mereduksi *bottleneck* proses produksi yang memberi dampak psikologis dan fisiologis pekerja.

3.4 Perancangan Lingkungan Fisik Kerja (*Environment*) yang lebih Ergonomis di SKBB

Rerata suhu kering pada P0 adalah $39,28 \pm 2,62^{\circ}\text{C}$ dan pada P1 adalah $33,38 \pm 2,74^{\circ}\text{C}$, demikian juga suhu basah pada P0 adalah $36,82 \pm 2,79^{\circ}\text{C}$ dan menurun menjadi $31,27 \pm 1,88^{\circ}\text{C}$ pada P1. Rerata suhu tersebut berada di luar zona nyaman mengingat suhu zona nyaman untuk orang Indonesia berkisar antara $22 - 28^{\circ}\text{C}$, namun Grandjean (2000) memberikan batas toleransi suhu tinggi di lingkungan fisik kerja sebesar $35 - 40^{\circ}\text{C}$. Suhu pada P0 lebih tinggi karena kondisi lingkungan fisik kerja di SKBB belum dilakukan intervensi dengan pemasangan *fans* di setiap sudut dan penambahan ventilasi alami di dinding, sehingga hasil uji beda menunjukkan bahwa adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) antara suhu kering dan suhu basah pada P0 dan P1. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Prov. Sumatera Selatan untuk periode Maret 2013 dengan suhu udara $24 - 34^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $63 - 98\%$ (BMKG Prov. Sumsel, 2013).

Rerata kelembaban udara/RH pada P0 adalah $76,65 \pm 4,89\%$ dan pada P1 adalah $66,70 \pm 4,92\%$, yang dikategorikan di atas kriteria nyaman untuk orang Indonesia yaitu $70 - 80\%$ (Manuaba, 2005). Sedangkan Grandjean (2000) memberikan batas toleransi untuk tingkat kelembaban udara di lingkungan kerja sebaiknya berkisar antara $40 - 50\%$. Perbandingan kelembaban udara antara P0 dengan P1 adalah komparabel dengan nilai $p < 0,05$ yang bermakna bahwa subjek berada pada kondisi yang tidak nyaman untuk bekerja. Penurunan kelembaban udara dari P0 ke P1 sebesar $12,98\%$ terjadi karena pada P1 dilakukan intervensi perancan-

gan lingkungan fisik kerja di SKBB dengan menambah ventilasi buatan dan pemasangan *fans* sehingga sirkulasi atau pergerakan udara menjadi lebih lancar yang berimplikasi pada tingkat kelembaban yang menurun. Jika berpedoman pada standar yang ditetapkan oleh sebesar $40 - 60\%$ (Helander, 2003) dan oleh sekitar $70 - 80\%$ (Manuaba, 2006), maka kelembaban udara pada P1 dianggap relatif sudah sesuai standar.

Rerata kecepatan angin/gerakan angin pada P0 sekitar $1,50 \pm 1,00 \text{ m/det}$, pada P1 sebesar $1,06 \pm 0,61 \text{ m/det}$, dan berbeda bermakna ($p < 0,05$), dikarenakan pada P1 ditambah ventilasi alami di dinding seukuran $1,5 \times 2 \text{ m}$ dan pemasangan 3 buah *fans* disetiap sudut SKBB.

Rerata tingkat kebisingan pada P0 sebesar $101,20 \pm 6,78 \text{ dBA}$, pada P1 sebesar $61,16 \pm 6,73 \text{ dBA}$ dan memiliki makna berbeda/signifikan $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Penurunan tingkat kebisingan pada P1 sebesar $39,56\%$ dikarenakan pekerja memakai tutup telinga (*ear muff*) yang dapat mengurangi kebisingan sebesar $\pm 30 \text{ dBA}$ (Pulat, 1992).

Rerata intensitas pencahayaan pada P0 dan P1, masing-masing adalah $179,90 \pm 9,83 \text{ lux}$ dan $200,09 \pm 6,59 \text{ lux}$. Uji beda rerata intensitas pencahayaan pada P0 dengan P1 memiliki perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$). Pada P1 terjadi peningkatan intensitas pencahayaan sebesar $200,09 \pm 6,59 \text{ lux}$ (naik $10,90\%$) dikarenakan intervensi perancangan pada P1 dengan menambah 3 buah atap transparan berada tepat diatas area kerja, modifikasi tiang lampu, menambah lubang ventilasi buatan/alami di dinding dan pengecatan dinding dengan warna kuning gading yang diharapkan dapat memberikan reflektan sebesar $60 - 65\%$.

Sumber bau yang menjadi masalah utama kegiatan industri karet/*crumb rubber* diperkirakan berasal dari bokar tidak dapat dihilangkan tetapi dapat direduksi dengan perbaikan mutu *raw material* sejak saat pembekuan bokar dan cara proses pengolahan khususnya pada gudang bahan baku dan proses produksi di SKBB. Reduksi bau pada bokar menggunakan cairan asap cair *deurob* yang disemprotkan pada gudang bahan baku, SKBB dan seluruh area yang menimbulkan sumber bau. Penyemprotan *deurob* dilakukan 3 kali/*shift* kerja, selain itu didapatkan perancangan usulan tahapan proses reduksi bau dari Gapkindo Prov. Sumsel dan Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi UPTD Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Prov. Sumsel, namun masih perlu diadakan penelitian lanjutan.

3.5 Penyimpangan Gerak

Rerata penyimpangan gerak (*motion time study*) yang dilakukan oleh subjek sebagai salah satu indikator keluhan awal muskuloskeletal pada P0 sebesar $2,11 \pm 0,32$ kali/*shift* kerja, pada P1 sebesar $1,08 \pm 0,20$ kali/*shift* kerja dan memiliki makna berbeda/signifikan $p = 0,003$. Hal tersebut memiliki makna bahwa dengan melakukan perancangan SKBB berbasis ergonomi (P1) dapat mereduksi penyimpangan gerak yang dilakukan oleh para pekerja sewaktu melakukan aktivitas kerja melipat *blanket* basah.

3.6 Keluhan Muskuloskeletal (Otot Skeletal)

Rerata skor keluhan muskuloskeletal sebelum aktivitas pada P0 dan P1 masing-masing $58,12 \pm 2,85$ dan $56,86 \pm 2,80$, sedangkan rerata keluhan muskuloskeletal setelah aktivitas pada P0 dan P1 masing-masing adalah $126,82 \pm 5,61$ dan $100,16 \pm 7,93$ (menurun 21,02%). Keluhan muskuloskeletal pada P0 setelah aktivitas disebabkan oleh pembebanan pada otot terutama pada pergelangan jari tangan, pinggang, dan paha karena MLB2-L yang terlalu pendek sehingga harus membungkuk dan mempengaruhi sistem saraf pusat serta menimbulkan kelelahan otot. Selama bekerja tidak ada istirahat aktif dan asupan nutrisi tambahan, hal ini juga menambah beban otot terlalu lama yang menimbulkan kelelahan otot sehingga sering terjadi istirahat curian untuk menghilangkan kelelahan tersebut.

3.7 Waktu Siklus Proses Produksi per Keping

Produktivitas pekerja dihitung berdasarkan waktu siklus proses produksi per keping yang semakin pendek/cepat. Waktu siklus proses produksi per keping di SKBB antara P0 dan P1 berbeda bermakna dengan peningkatan produktivitas sebesar 21,85% dengan rerata pada P0 adalah $12,54 \pm 2,05$ dan pada P1 sebesar $9,80 \pm 1,31$.

Peningkatan produktivitas ini ditandai dengan reduksi waktu siklus proses produksi per keping dan semakin banyaknya jumlah *blanket* yang dihasilkan pekerja yang mampu diproses pekerja dengan waktu yang sama. Reduksi atau semakin cepatnya waktu siklus proses produksi per keping dipengaruhi oleh beberapa intervensi ergonomi yang diberikan pada P1. Makna peningkatan produktivitas melalui indikator reduksi waktu siklus proses produksi per keping

bagi kualitas kehidupan pekerja adalah selain bertambahnya hasil nyata yang didapatkan dari kegiatan pekerja dan *benefit* bagi perusahaan, juga reduksi tingkat keluhan muskuloskeletal.

3.8 Keuntungan bagi Pekerja dan Perusahaan

Keuntungan bagi pekerja yang didapatkan setelah perancangan (P1) tertabulasi pada peningkatan upah bagi pekerja di SKBB yang terjadi karena produksi total mencapai > 90 ton/*shift*/tim, sedangkan pada P0 pencapaian target minimal 90 ton/*shift* kerja/tim sangat jarang tercapai.

Rerata upah total yang diterima pekerja pada P0 sebesar Rp. 62.692,31/*shift* kerja, dan Rp. 89.994,12/*shift* kerja pada P1. Dari rerata upah total tersebut pekerja mengalami kenaikan upah sebesar 30,34% per *shift* kerja. Hal tersebut tentu berimplikasi kepada peningkatan kualitas hidup pekerja dan pekerja semakin semangat untuk bekerja hingga mencapai target minimal supaya mendapatkan upah tambahan/*shift* kerja. Dengan demikian produktivitas pekerja meningkat sekaligus kualitas hidup pekerja meningkat yang terukur dari kepuasan pekerja.

Beda rerata profit perusahaan pada P0 dan P1 adalah Rp. 129.271.854,75 \pm 14.244.478,67 dan Rp. 179.963.331,39 \pm 16.020.725,84 (naik 28,17%) dengan $p < 0,05$ yang menandakan bahwa perancangan SKBB pada P1 berdampak pada kenaikan profit perusahaan. Selisih kenaikan profit perusahaan dengan biaya produksi/*shift* kerja adalah 2,21% (masih layak untuk dilakukan perancangan SKBB).

3.9 Benefit and cost ratio (B/C Ratio) dan Break event point (BEP)

Biaya dan manfaat atau *cost and benefit* dalam perancangan SKBB berbasis ergonomi juga diperlukan suatu analisis kelayakan ekonomi yaitu *B/C Ratio*. *B/C Ratio* pada P0 dan P1, adalah: 3,91 dan 4,35. Dari hasil perhitungan *B/C Ratio*, kedua proyek sebelum dan setelah perancangan SKBB layak dilaksanakan karena *B/C Ratio* > 1 akan tetapi lebih menguntungkan P1 atau setelah perancangan SKBB berbasis ergonomi karena BCR pada P1 $>$ BCR pada P0.

Dengan perancangan SKBB berbasis ergonomi pada pekerja melipat *blanket* basah di SKBB ternyata baik pekerja maupun pihak perusahaan mendapatkan manfaat yang besar bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan.

Perhitungan *BEP* atau titik pulang pokok untuk merencanakan SKBB berbasis ergonomi meliputi:

- (a) Biaya total yang terdiri atas : biaya tetap dan biaya variabel untuk P1 sebesar Rp. 7.760.000,00
- (b) Pendapatan bersih/hari sebesar Rp. 220.374.080,30. Jadi *BEP* sebesar Rp. 0.04 yang berarti untuk mencapai *BEP* terhadap investasi biaya-biaya yang dikeluarkan pada P1 hanya membutuhkan waktu 0,04 hari (kurang dari 1 hari) semua biaya yang dikeluarkan sudah kembali/ *BEP*.

3.10 Temuan Baru Hasil Penelitian (*Novelty*)

Pada penelitian ini ditemukan kebaruan (*novelty*) atau originalitas penelitian dan mafaat bagi pengembangan keilmuan ergonomi, yang terdiri atas :

1. Sebuah model desain SKBB dalam industri karet berbasis ergonomi total dengan pendekatan SHIP dan TTG yang dapat meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas pekerja.
2. Produk/alat yang dihasilkan adalah MLB2-R dengan permukaan meja mekanisme *roll*, penambahan pisau pemotong *blanket* basah dan *adjustable* yang ergonomis, sehingga pekerja menjadi lebih ENASE dalam melakukan aktivitas melipat *blanket* basah (Gambar 3)
3. Implikasi dari hasil penelitian adalah menurunkan keluhan muskuloskeletal, dan memperpendek waktu siklus proses produksi/keping.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil reduksi tingkat keluhan muskuloskeletal pekerja dan reduksi waktu siklus proses produksi per keping berbasis ergonomi pada industri karet di Palembang, adalah sebagai berikut:

1. Mereduksi tingkat keluhan muskuloskeletal pekerja sebesar 21,02%.
2. Mereduksi/memperpendek waktu siklus proses produksi per keping pekerja sebesar 21,85%.

4.2 Saran

1. Perancangan SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R dan kursi K2B2-D, pemberian istirahat aktif, pengaturan pola sistem dan rotasi kerja, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, pembuatan ventilasi alami, pemasangan *fans*, dan penyemprotan *deurob*, ini terbukti dapat mereduksi tingkat keluhan muskuloskeletal.
2. Perancangan SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R dan K2B2-D melalui pendekatan SHIP dan TTG hendaknya menjadi prioritas untuk diterapkan mengingat MLB2-R dan K2B2-D sangat sederhana, mudah dibuat, dan murah biayanya, namun dapat mereduksi/ memperpendek waktu siklus proses produksi per keping.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk perancangan stasiun kerja *crumb rubber*/ bagian proses produksi II, sikap dan posisi kerja serta reduksi bau di semua bagian yang berbasis ergonomi, sehingga berimplikasi ENASE, meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas para pekerja di semua lini proses produksi.

Daftar Pustaka

- Albayrak, A., Richard, H.M.G., Chris, J.S., Huib de R., dan Geert, K., (2010). *Impact of a Chest Support on Lower Back Muscles Activity During Forward Bending*. Journal of Applied Bionics and Biomechanics, 7(2): 131-142.
- Almatzier, S., (2003). Prinsip Dasar Ilmu Gizi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Astrand, P.O., dan Rodahl, K., (1986), *Textbook of Work Physiology*. 2nd ed. WB, Saunders Comp., Philadelphia.
- Azwar, A., (2004), Tubuh Sehat Ideal dari Segi kesehatan. [Cited 2013, May 23]. Available from: URL: <http://gizi.net/gaya-hidup/tubuh-ideal.pdf/htm>.
- BMKG Prov. Sumsel. (2013). Prakiraan Cuaca untuk Daerah Palembang, Sumatera Selatan dan Daerah Sekitarnya. Tanggal 14-16 Pebruari 2013. Available at <http://www.provsumsel.go.id/index.php?action=news&task=detail&id=457>. Accessed March 20, 2013.

- Cardon, G., dan Balague, F., (2004). *Low Back Pain Preventions Effects in School Children*. European Spine Journal. 13(8): 663-679.
- Grandjean, E., (2000). *Fitting The Task to The Man: A Textbook of Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Ltd.. London.
- Helander, M., (2006). *A Guide to Human Factors and Ergonomics*. 2nd Edition, Taylor & Francis, USA.
- Istijanto, (2005). Riset Sumber Daya Manusia: Cara Praktis Mendeteksi Dimensi-Dimensi Kerja Karyawan. Gramedia, Jakarta.
- Kadariusman, A., dan Rachmat, A., (2002), *Fatigue Design dan Relokasi waktu Istirahat*, Majalah Kedokteran Udayana (Udayana Medical Journal). Denpasar Bali. 33(116):129-135.
- Manuaba, A., (2003). Aplikasi Ergonomi dengan Pendekatan Holistik Perlu, Demi Hasil yang Lebih Lestari dan Mampu Bersaing. Makalah Temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja Ergonomi. Hotel Sahid. Jakarta.
- Manuaba, A., (2005). *Total Approach in Evaluating Comfort Work Place*. Presented at UOEH International Symposium on Confort at The Workplace. Kitakyushu: 23-25 October.
- Manuaba, A., (2006). *A Total Approach In Ergonomics is A Must To Attain Human, Competitive, and Sustainable Work System and Products*, Presented at Ergo Future 2006: International Symposium On Past, Present and Future Ergonomics. Occupational Safety and Health. Denpasar 28-30th August.
- Pulat, B.M., (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Setiawan, H., (2012a). *Short Rest Time and Accompanying Work Music Decrease Work Fatigue and Work Stress to Workers at Crumb Rubber Factory*. Proceedings International Conference 2012. Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES). July 9-12, 2012., ISBN No. 978-983-41742, Langkawi-Malaysia.
- Setiawan, H., (2012b). Identifikasi dan Rekomendasi 8 Aspek Permasalahan Ergonomi dalam Industri Crumb Rubber Berbasis Pendekatan SHIP di PT. Sunan Rubber Palembang. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PEI. Bandung, 13-14 Nopember 2012, ISBN No: 978-602-17085-0-7.